

---

## БАЗОВАЯ ОНТОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Александр Палагин, Владимир Романов, Крассимир Марков,  
Виталий Величко, Игорь Галелюка, Крассимира Иванова,  
Петер Станчев, Илия Митов, Милена Станева

**Аннотация:** В статье рассмотрен алгоритм построения онтологии виртуальной лаборатории автоматизированного проектирования. Сформулированы требования, согласно которым разработана онтология. Приведены фрагмент глоссария и пример реализации разработанной онтологии специальными программными средствами.

**Ключевые слова:** Виртуальная лаборатория; автоматизация проектирования; онтология.

**ACM Classification Keywords:** J.6 Computer-Aided Engineering – Computer-Aided Design (CAD); K.4.3 Organizational Impacts – Computer-Supported Collaborative Work.

**Conference:** The paper is selected from XV<sup>th</sup> International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS-2 2009, Kyiv, Ukraine, October, 2009.

---

### Введение

Описанная в [Palagin et al, 2009] компьютерная технология разработки сенсорных систем с помощью виртуальной лаборатории автоматизированного проектирования (virtual laboratories of computer-aided design – VLCAD) позволяет специалистам различных предметных областей, таких как химия, биология, биохимия, физика самостоятельно проверить возможность создания измерительного устройства и спроектировать новый прибор вплоть до разработки конструкторской документации. VLCAD создается на базе формализованного представления теоретических знаний, принципов организации, методов и средств автоматизированного проектирования и тестирования информационно-измерительных систем и приборов с использованием методологии системной интеграции [Палагин и Кургаев, 2003]. Для формализованного описания сложных систем, структурирования и представления знаний о некоторой предметной области в машинной форме все более широко используются онтологии. Онтология, как правило, описывает иерархию концептов предметной области и существенные свойства каждого концепта с помощью механизма "атрибут – значение". Связи между концептами могут быть описаны с помощью дополнительных логических утверждений. Эффективность использования онтологий особенно проявляется в таких наукоемких исследовательских областях, как техника представления и управления знаниями, моделирование объектов и процессов, проектирование баз данных, информационная интеграция и обнаружение знаний [Гладун, 1994]. Рассмотрим онтологическое представление VLCAD.

---

### Построение онтологии виртуальной лаборатории автоматизированного проектирования

Под онтологией в данной работе будем понимать кортеж множеств  $O = \langle X, R, F \rangle$ , где  $X$  – конечное множество концептов (понятий) заданной предметной области – виртуальная лаборатория автоматизированного проектирования,  $R$  – конечное множество отношений между концептами  $X$ ,  $F$  – конечное множество функций интерпретации, заданных на множествах  $X$  и/или  $R$ . В базовой онтологии примем, что множество  $F$  тождественно множеству аксиом  $A$ , представляющих истинные высказывания о

---

соответствующих понятиях X. По цели создания данная онтология относится к прикладной онтологии объектов VLCAD без определения отношений с онтологией верхнего уровня (метаонтологией). Общими требованиями к разработке онтологии являются:

- 1) ясность – онтология должна эффективно передавать содержание введенных концептов;
- 2) согласованность – все понятия и определения онтологии должны быть логически не противоречивы;
- 3) расширяемость – онтология должна допускать возможность расширять словарь терминов без необходимости ревизии существующих понятий.
- 4) структурированность – простота для понимания и поиска понятий, что достигается применением системологического подхода к анализу предметной области [Соловьева, 1999].

Процесс построения онтологии состоит из ряда этапов. При этом эти этапы выполняются не последовательно, а итерационно в зависимости от полноты и точности накопленных данных. Основные этапы построения онтологии включают: определение целей создания и использования онтологии, перечня вопросов, на которые позволяет дать ответ онтология; рассмотрение вариантов повторного использования онтологии; построение списка понятий, терминов предметной области и их свойств; определение классов объектов предметной области и их иерархии; определение свойств классов – слотов; задание ограничений и аксиом, построение диаграмм неиерархических (функциональных) отношений; ввод экземпляров объектов онтологии.

Цели построения онтологии VLCAD можно разделить на 2 группы – цели разработчика лаборатории и цели разработчика электронного устройства. Для разработчика лаборатории основной целью построения онтологии является формальное описание и классификация элементов виртуальной лаборатории и связей между ними для оценки функциональности текущего состояния VLCAD и планирования дальнейшей разработки лаборатории. С точки зрения разработчика электронного устройства основной целью онтологии является активная помощь пользователю при создании сенсорной системы с общением на ограниченном естественном языке. Ответ системы должен представлять собой описание процедур, методов и компонентов виртуальной лаборатории, которые позволяют решить задачу, поставленную в запросе пользователя. Для базовой онтологии VLCAD было принято ограничить функциональность следующим:

- предоставление информации, как о полной, так и о частичной структуре лаборатории в текстовом и графическом виде;
- предоставление информации о зависимостях между отдельными компонентами виртуальной лаборатории по запросу пользователя, включая входные и выходные данные для каждого компонента.

Для заданной предметной области создан глоссарий, который включает термины VLCAD и их естественно-языковые описания. Всего описано 62 термина, а фрагмент глоссария приведен в Таблице 1. В качестве языка для формального представления онтологии принят язык OWL (Web Ontology Language), а для непосредственного построения онтологии использовался редактор Protégé-OWL. Язык OWL поддерживает эффективное представление онтологий в терминах классов и свойств, обеспечение простых логических проверок целостности онтологии и связывание онтологий друг с другом. Логическая модель позволяет использовать механизм рассуждений, с помощью которого можно проверять последовательность построения утверждений и определений, корректно поддерживать иерархию концептов [Horridge et al, 2004].

Таблица 1

| Термин   | Описание термина  |
|--|---|
| <b>Базы данных</b>                               | Файл (или несколько файлов) данных, которые хранятся в ПК или на носителях данных и содержат информацию, необходимую для проектирования устройств. Условно делятся на библиотеки.   |
| <b>Библиотека типовых функциональных решений</b> | Является частью <b>Баз данных</b> . Содержит типовые функциональные решения для реализации функций (или подсистем) проектируемого устройства  |
| <b>Библиотека систем сбора данных</b>            | Является подклассом <b>Библиотеки типовых функциональных решений</b> . Содержит варианты реализаций (экземпляры) систем сбора данных, которые предназначены для получения измерительной информации и ее первичной обработки |

На основе глоссария была построена классификационная схема с использованием таксономических отношений "ПОДКЛАСС-НАДКЛАСС" (subclass-of), "ЧАСТЬ-ЦЕЛОЕ" и "КЛАСС-ЭКЗЕМПЛЯР" (isInstanceOf). Схема иерархии классов VLCAD приведена на рисунке 1

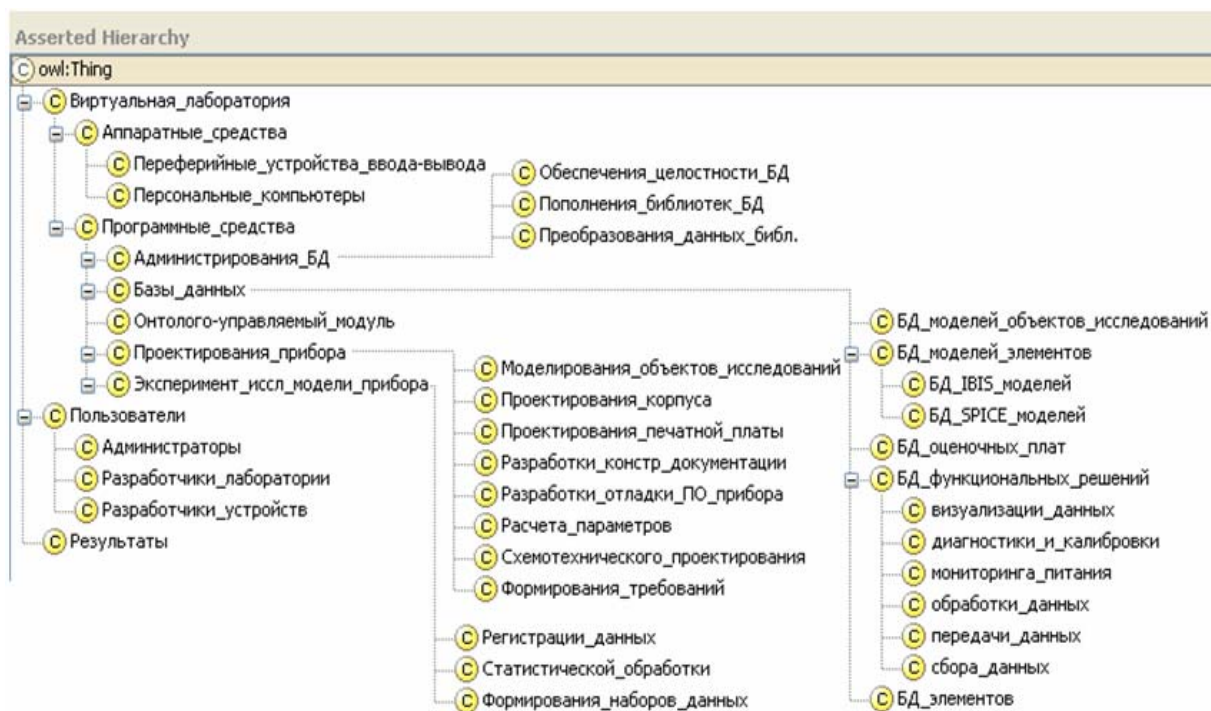


Рисунок 1. Классификационная схема виртуальной лаборатории.

Данная схема позволяет получить информацию о структуре лаборатории и состоянии разработки отдельных функциональных модулей, для чего используется добавленное свойство типа Annotation Datatype Property – *реализация компонента*.

Для описания функциональных отношений между отдельными компонентами виртуальной лаборатории заданы следующие объектные свойства (Object properties): *обеспечивают работу, сохраняются на,*

формируют ↔ является результатом, используются, управляет. Выбранные отношения позволяют находить необходимые пользователю зависимости между компонентами лаборатории. Функциональные отношения в редакторе Protégé-OWL опишем через ограничения, задаваемые для классов. Фрагмент схемы функциональных отношений приведен на рисунке 2.

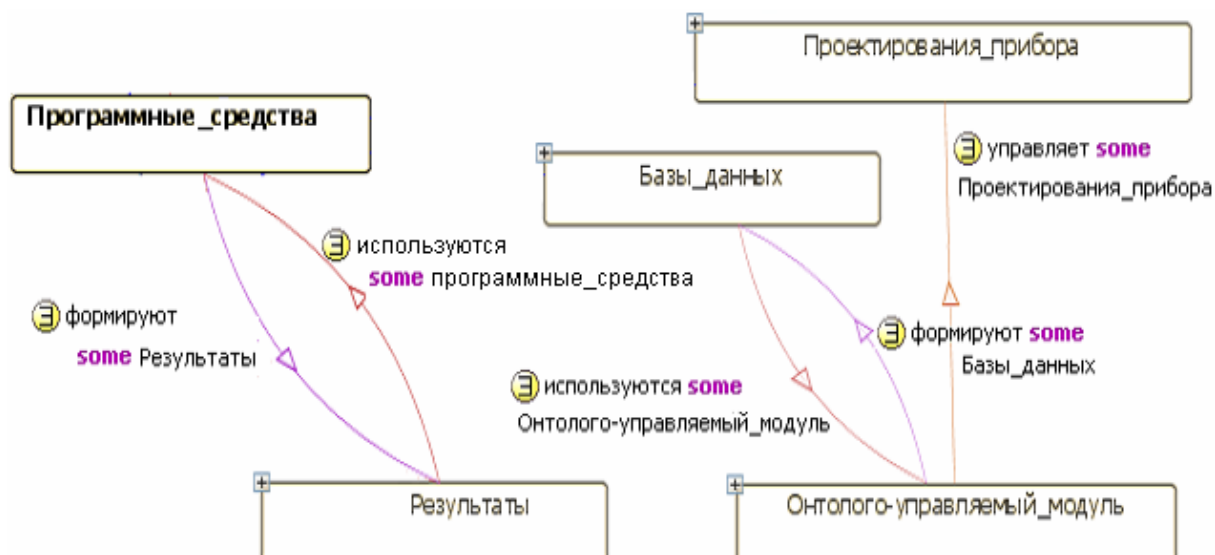


Рисунок 2. Фрагмент схемы функциональных отношений между классами VLCAD.

После определения функциональных отношений в онтологию добавляются экземпляры объектов.

## Выводы

1. Разработана базовая онтология распределенной виртуальной лаборатории проектирования сенсорных систем, которая содержит основные понятия, описывающие предметную область VLCAD и виртуальных методов проектирования, а также отношения, семантически значимые для этой предметной области.
2. На следующем этапе данная онтология будет дополнена экземплярами объектов. VLCAD получит развитие в направлении предоставления пользователю контекстно-зависимой помощи как по компонентам виртуальной лаборатории, так и по процессам и методам проектирования. Общение с пользователем будет организовано на естественном языке в рамках выбранной предметной области.

## Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Украины в рамках совместного Украинско-Болгарского проекта № 145 / 23.02.2009 «Разработка распределенных виртуальных лабораторий на основе прогрессивных методов доступа для поддержки проектирования сенсорных систем» и Болгарского национального научного фонда в рамках совместного Болгарско-Украинского проекта D 002-331 / 19.12.2008 с тем же названием.

---

## Литература

---

- [Horridge et al, 2004] Matthew Horridge, Holger Knublauch, Alan Rector, Robert Stevens, Chris Wroe. A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools Edition 1.0. The University Of Manchester. – 2004. – 117 p.
- [Palagin et al, 2009] Oleksandr Palagin, Volodymyr Romanov, Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Peter Stanchev, Igor Galelyuka, Krassimira Ivanova, Ilia Mitov. Developing of Distributed Virtual Laboratories for Smart Sensor System Design Based on Multi-dimensional Access Method. // International Book Series "INFORMATION SCIENCE & COMPUTING", Number 8 FOI ITHEA, Sofia, Bulgaria. - 2009. – pp. 155-161.
- [Гладун, 1994] Гладун В. П. Процессы формирования новых знаний / В. П. Гладун. – София: СД "Педагог 6", 1994. – 397 с.
- [Палагин и Кургаев, 2003] Палагин А.В., Кургаев А.Ф. Проблемная ориентация в развитии компьютерных архитектур // Кибернетика и системный анализ. – 2003. – № 4. – С. 167–180.
- [Соловьева, 1999] Соловьева Е.А. Естественная классификация: системологические основы. ХТУРЕ Харьков. – 1999. – 222 с.

---

## Информация об авторах

---

**Александр Палагин** – заместитель директора, Институт кибернетики имени В.М. Глушкова Национальной академии наук Украины, Академик Национальной академии наук Украины, доктор технических наук, профессор; проспект Академика Глушкова, 40, Киев-187, 03680, Украина; e-mail: [palagin\\_a@ukr.net](mailto:palagin_a@ukr.net)

**Владимир Романов** – заведующий отделом, Институт кибернетики имени В.М. Глушкова Национальной академии наук Украины, доктор технических наук; проспект Академика Глушкова, 40, Киев-187, 03680, Украина; e-mail: [dept230@insyq.kiev.ua](mailto:dept230@insyq.kiev.ua), [VRomanov@i.ua](mailto:VRomanov@i.ua)

**Крассимир Марков** – старший научный сотрудник, Институт математики и информатики Болгарской академии наук; ул. "Академик Г.Бончев", 8, София-1113, Болгария; e-mail: [markov@foibg.com](mailto:markov@foibg.com)

**Виталий Величко** – докторант, Институт кибернетики имени В.М. Глушкова Национальной академии наук Украины, кандидат технических наук, доцент; проспект Академика Глушкова, 40, Киев-187, 03680, Украина; e-mail: [velychko@aduis.com.ua](mailto:velychko@aduis.com.ua)

**Игорь Галелюка** – научный сотрудник, Институт кибернетики имени В.М. Глушкова Национальной академии наук Украины, кандидат технических наук; проспект Академика Глушкова, 40, Киев-187, 03680, Украина; e-mail: [galib@gala.net](mailto:galib@gala.net)

**Крассимира Иванова** – научный сотрудник, Институт математики и информатики Болгарской академии наук; ул. Академика Г.Бончева, 8, София-1113, Болгария; e-mail: [ivanova@foibg.com](mailto:ivanova@foibg.com)

**Петер Станчев** – профессор, Kettering University, Flint, MI, 48504, USA / Институт математики и информатики Болгарской академии наук; ул. "Академик Г.Бончев", 8, София-1113, Болгария; e-mail: [pstanche@kettering.edu](mailto:pstanche@kettering.edu)

**Илия Митов** – аспирант, Институт математики и информатики Болгарской академии наук; ул. "Академик Г.Бончев", 8, София-1113, Болгария; e-mail: [mitov@foibg.com](mailto:mitov@foibg.com)

**Милена Станева** – научный сотрудник, Институт математики и информатики Болгарской академии наук; ул. "Академик Г.Бончев", 8, София-1113, Болгария; e-mail: [mstaneva@math.bas.bg](mailto:mstaneva@math.bas.bg)